# Republic of Ecuador








GPE INEN 20 (1987) (Spanish): Guía práctica. Andamiajes. Madera redonda y Bambú

BLANK PAGE

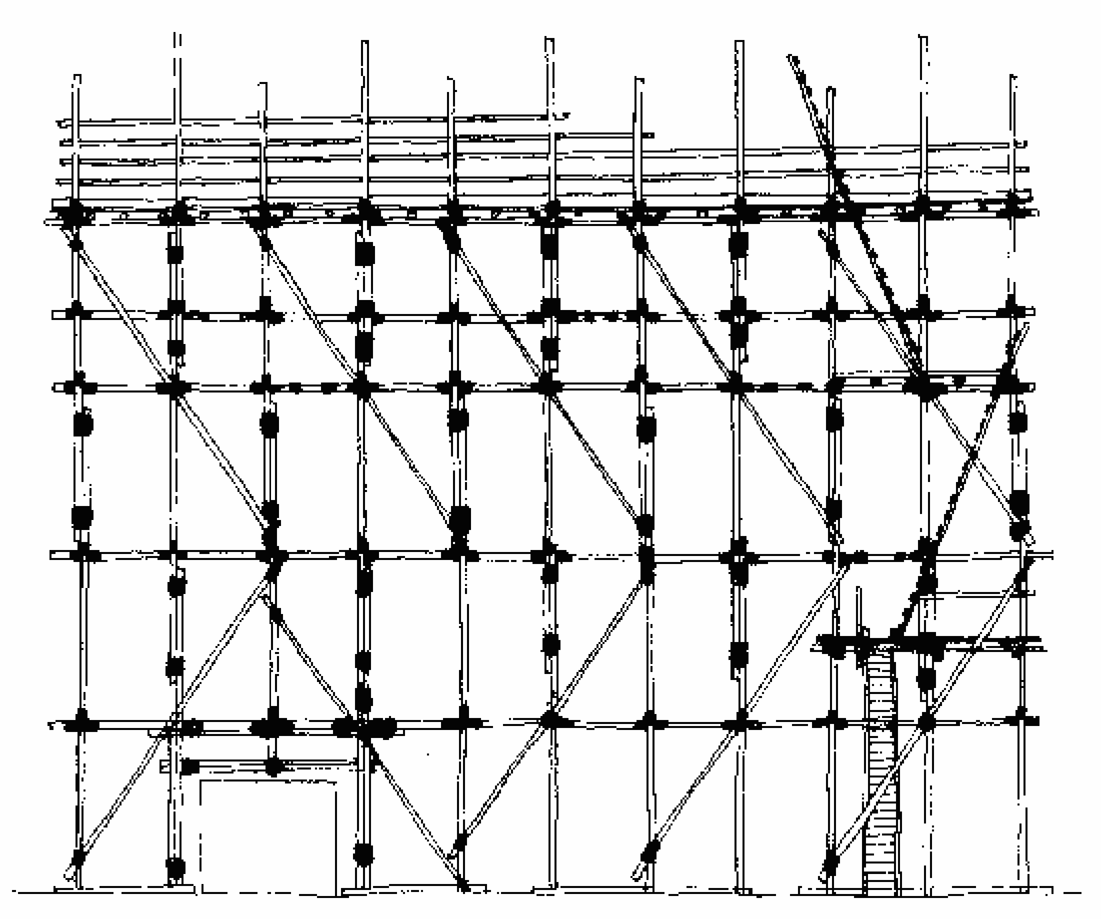




INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

# guía de práctica

## GP-020



# andamiajes de madera redonda y bambú

ING. – ARQ. SJOERD NIENHUYS

1987-08

Quito - Ecuador





| Guía Práctica Ecuatoriana | GUÍA DE PRACTICA<br>ANDAMIAJES DE MADERA REDONDA Y BAMBU | GPE INEN 020:1987 |
|---|---|---|



## *1. OBJETO*

**1.1** Esta guía establece las reglas de seguridad necesarias para construcciones de andamiajes de madera redonda y bambú.

**1.2** Esta guía contiene algunos ejemplos prácticos de construcciones recomendables; sin embargo, las autoridades competentes pueden exigir recomendaciones adicionales, cuando la situación lo justifique.

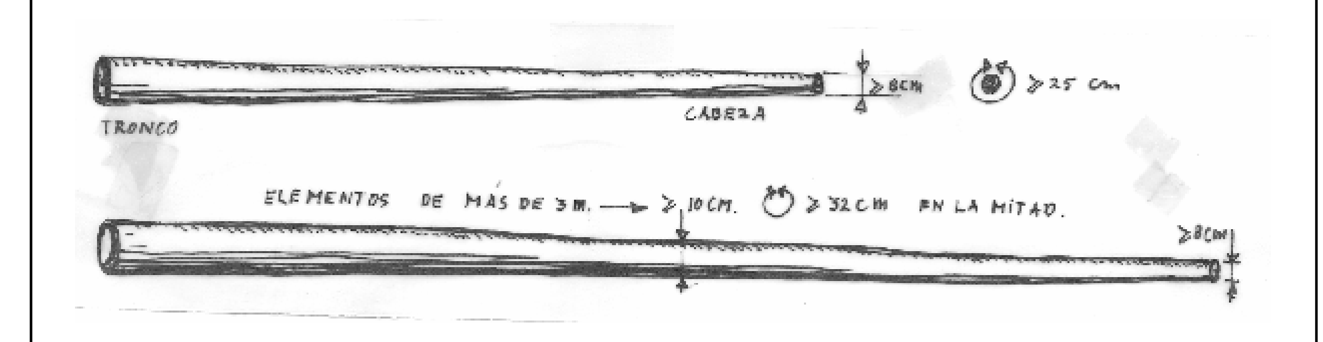
**1.3** Esta guía proporciona algunas recomendaciones para probar la seguridad de los andamiajes y controlar la calidad de los diversos materiales empleados.

**1.4** En el capítulo 4 se dan las especificaciones para andamiajes de bambú, que son diferentes a los de madera redonda.

## *2. MATERIALES*

**2.1** Las piezas de madera redonda para andamiajes pueden ser de eucalipto, de pino u otras maderas de calidad equivalente o mejor. Las piezas no deben tener nudos grandes ni otras fallas que disminuyan la resistencia a la flexión; deben ser rectas y con toda la corteza desprendida para controlar mejor su empleo y evitar que las juntas o conexiones puedan deslizarse.

Los elementos de madera, como soportes verticales, diagonales, carreras y otras partes constructivas, deben tener a la cabeza un diámetro de 8 cm (circunferencia de 25 cm) y en la mitad de su longitud un diámetro mínimo de 10 cm (circunferencia de 32 cm), en las piezas de 3 m o más.



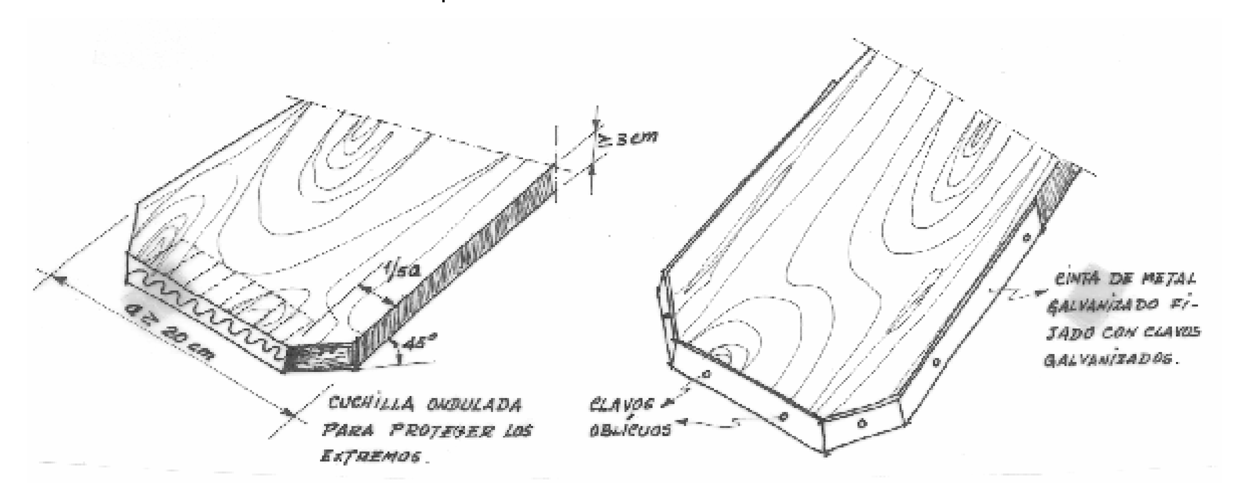
**2.2** Las piezas de madera que soportan los pisos de andamiaje deben tener mínimo los siguientes diámetros:

| Ancho máximo del andamiaje | Diámetro y circunferencia mínima de madera redonda | Sección mínima para madera aserrada |
|---|---|---|
| 1,30m<br>1,60 m<br>1,80 m | ϕ 8 cm - 25 cm<br>ϕ 9 cm - 28,5 cm<br>ϕ 10 cm - 32 cm | 10 x10 cm ó<br>5 x 15 cm de canto |

Los elementos aserrados rectangulares se colocan de canto, excepto los tablones para los pisos.

**2.3** Las tablas para pisos y las de guardia deben tener medidas mínimas en sección de 3 x 20 cm. La longitud de las tablas debe ser preferentemente de 6 m, evitándose el uso de tablones de menos de 2 m. Los extremos de las tablas deben estar protegidos para evitar que se rajen.

Los tablones son de madera sin cepillar.



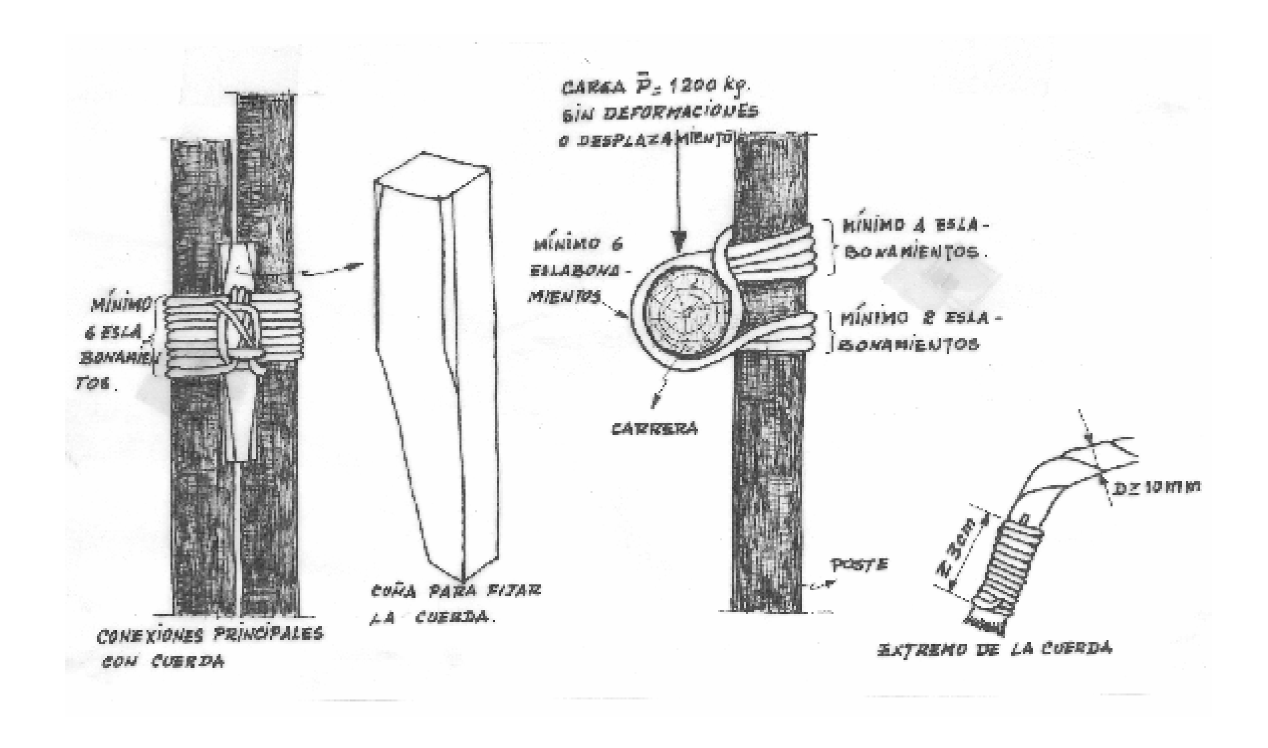

**2.4** Cuando las diagonales y barandillas están hechas de madera aserrada, las medidas mínimas deben ser de 5 x 7 cm. Igualmente, los anclajes que fijan los andamiajes con la constracción deben ser de madera aserrada con una sección mínima de 5 x 7 cm.

**2.5** No deben ponerse clavos en la madera redonda que se usa para andamiajes. Los elementos de madera redonda deben ser fijados entre si con cuerdas o cables de acero galvanizado. Los tablones de piso y los respaldos pueden ser clavados.

**2.6** *Las cuerdas* que se usan para fijar elementos de madera redonda deben tener por lo menos una longitud de 5 m y un diámetro de 10 mm. La resistencia a la tracción debe ser por lo menos de 500 kg. Los extremos de las cuerdas deben estar protegidos para evitar que se deshilen.

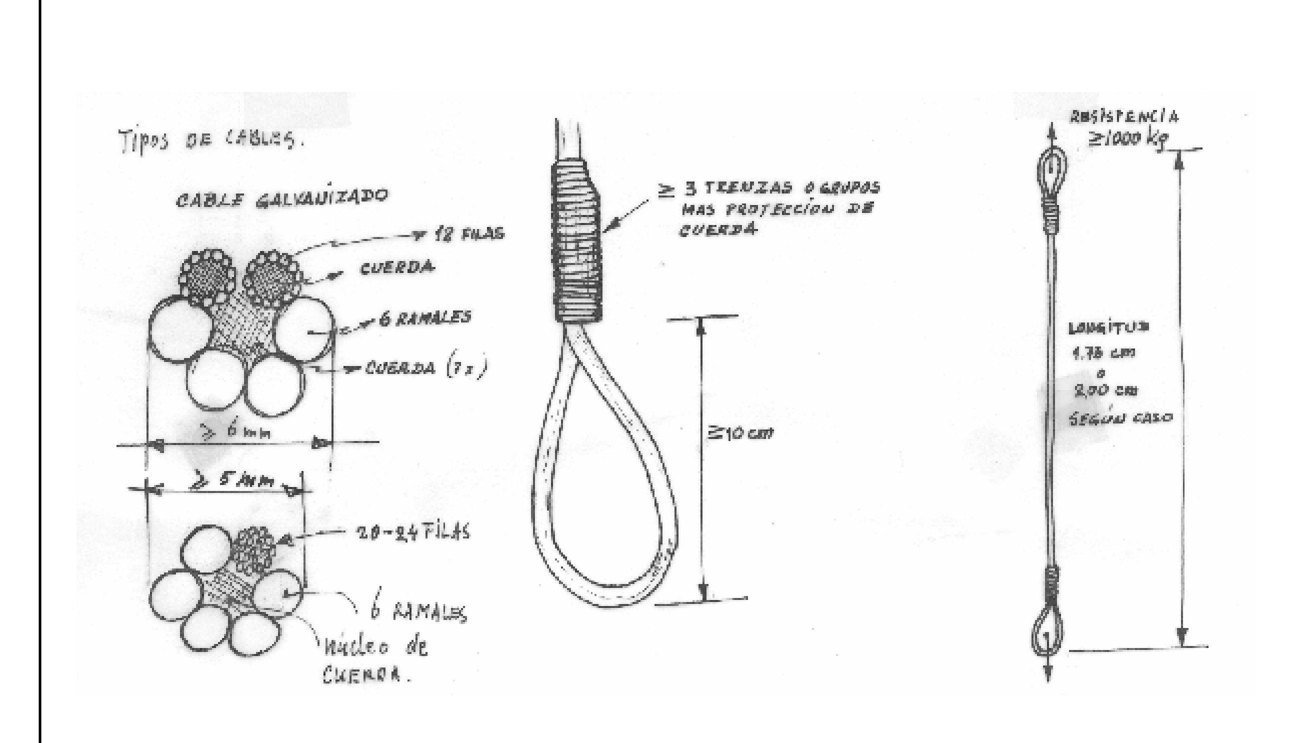
Para aumentar la vida de las cuerdas se recomienda impregnarlas con alquitrán de creosota, que sirva también para evitar que la cuerda absorba agua y se dilate.

No deben hacerse conexiones con cuerdas húmedas, pues el secado de las cuerdas implicaría que la conexión se afloje



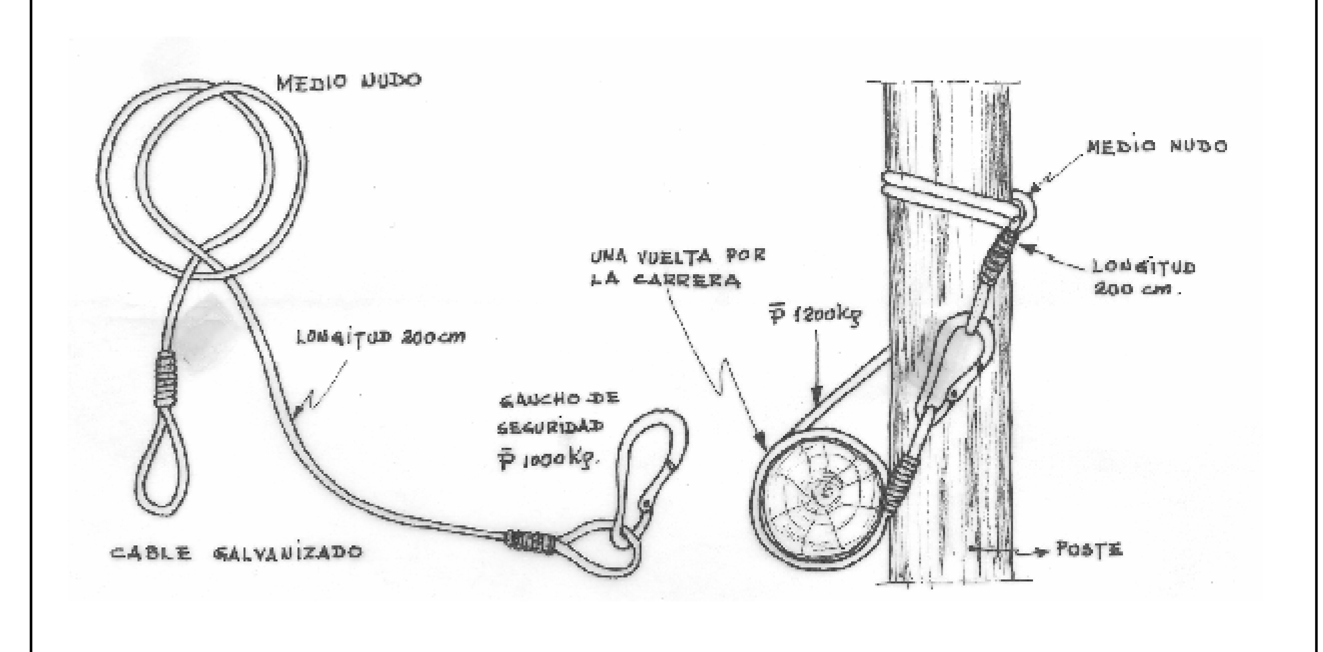

**2.7** *Los cables de acero* deben ser galvanizados, de 6 ramales de 12 filas, todos trenzados con núcleos de cuerdas, o de 6 ramales de 20 - 24 filas con un núcleo de cuerda. El cable debe tener un diámetro mínimo de 5 -6 mm y una resistencia mínima a la rotura de 1000 kg. En los extremos de estos cables debe haber un lazo fijado por lo menos con tres trenzas o con grupos, de tal manera que el conjunto del cable y ambos lazos tengan una resistencia a la rotura por tensión por lo menos de 1 000 kg.

Las trenzas o grupos deben estar envueltos con una cuerda delgada para evitar daños a las manos.




**2.8** Para hacer las conexiones con cables, éstos deben ser fijados a las partes con un medio nudo y con una vuelta por la carrera.

La junta, entre los dos lazos, debe ser un gancho con cierre de seguridad, resistente a una carga de 1 000 kg

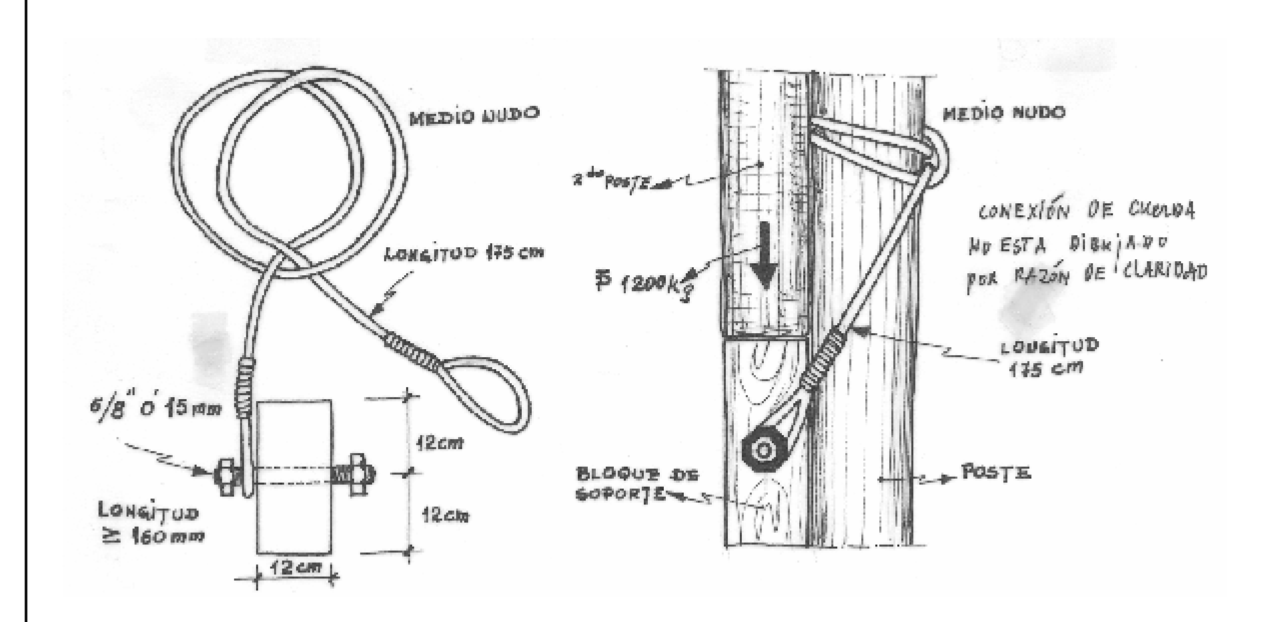


**2.9** En conexiones verticales, para prolongar los postes, es necesario usar un bloque de soporte con cable, cuando se trata de andamiajes para carga grande (300 kg/m$^2$ ).

La longitud de este cable galvanizado es de 175 cm.

La carga máxima admisible en la junta, sin deformaciones o desplazamientos, es de 1 200 kg.

El bloque de soporte debe ser de una madera dura y que no se raje fácilmente en tamaños de 12 x 12 x 24 cm (ver esquema).




## *3. ANDAMIAJES DE UNA LINEA DE POSTES Y DOS LINEAS*

**3.1** En los andamiajes se distinguen 2 tipos.

*a) Andamiajes para carga grande (carga viva hasta 300 kg/m$^2$)*

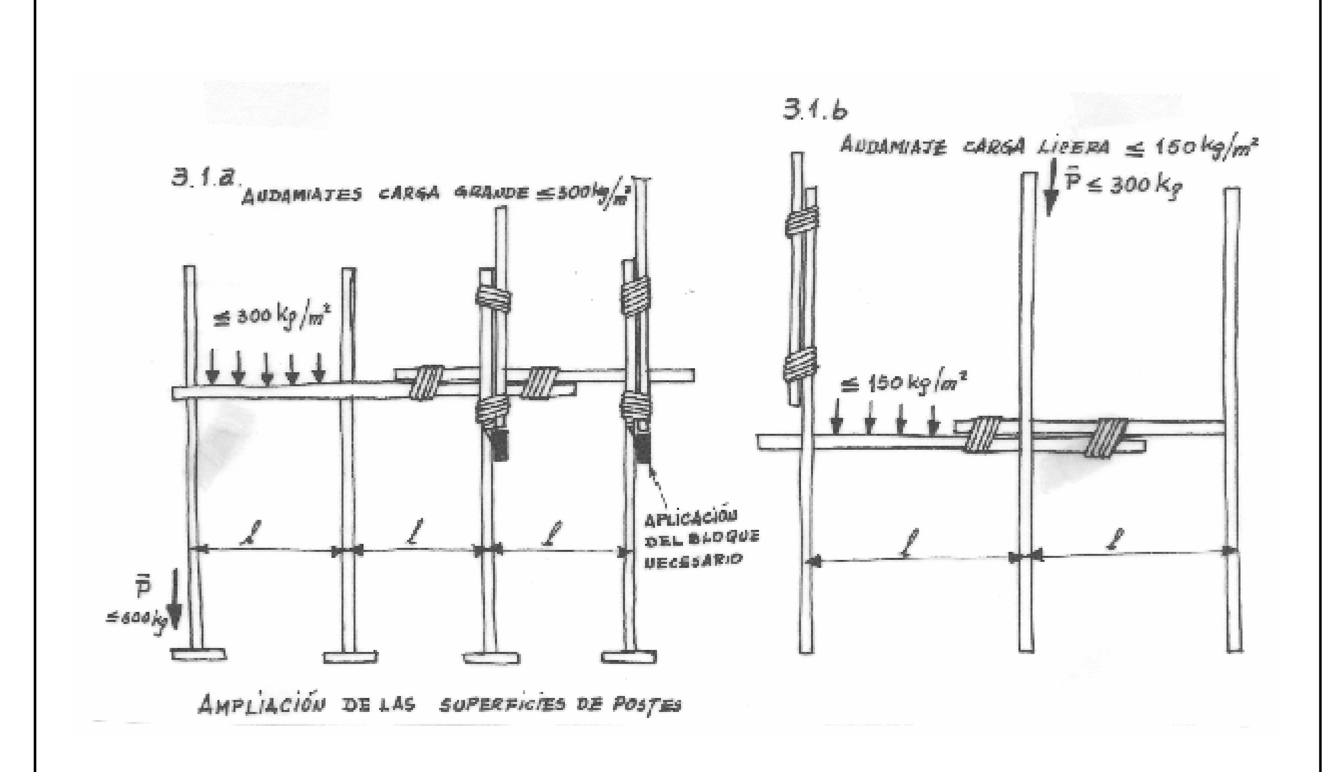
La carga útil de un poste no debe ser mayor a 600 kg. Estos andamiajes pueden usarse para transporte o almacenamiento de materiales de construcción y como andamiajes de construcción.

*b) Andamiajes para carga ligera (carga viva hasta 150 kg/m$^2$ )*

La carga útil de un poste no debe ser mayor a 300 kg. Estos andamiajes pueden usarse para instalaciones de acabados finos del edificio, reparaciones y mantenimiento.

Se considera que las cargas máximas de 300 kg/m$^2$ no ocurren más que en un piso del andamiaje a la vez, o es el total de varios pisos superpuestos.

Cuando la obra exige que se trabaje en más de un piso al mismo tiempo, y la carga viva es mayor a 300 kg/m$^2$, se deben aplicar las reglas del párrafo 3.5




**3.2** Un andamiaje debe ser ejecutado en su totalidad como andamiaje para carga grande o como andamiaje para carga ligera.

**3.3** El ancho de los andamiajes con una o dos líneas de postes sería:

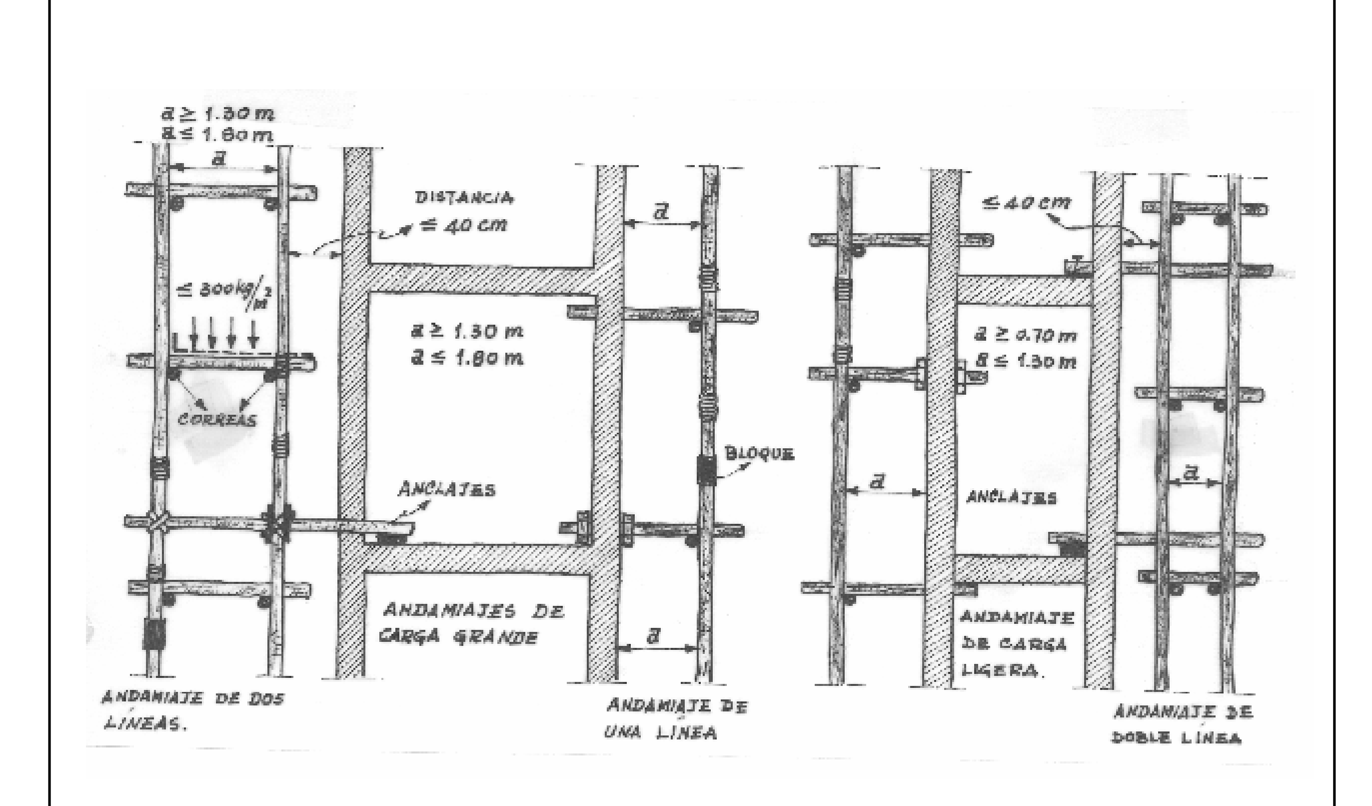
**3.3.1** Para andamiajes para cargas grandes, entre 1,80 y 1,30 m.

**3.3.2** Para andamiajes con carga ligera, entre 1,30 y 0,70 m.

Los postes de andamiajes de una línea se colocarán verticalmente o con una pequeña inclinación hacia la construcción.

Los postes de andamiajes de dos líneas se colocarán verticalmente, y la máxima distancia entre las paredes de la construcción y los postes del andamiaje debe ser de 40 cm

Los pisos de andamiajes individuales deben terminarse también a una distancia < 10 cm desde la pared (ver párrafo 3.10.2).




**3.4** La distancia entre los postes (centro a centro) de madera redonda no puede ser mayor que las medidas indicadas en la tabla siguiente: el ancho a es el ancho indicado en la figura del párrafo

**3.3.** La distancia Q es la de la figura del párrafo 3.1.

| **Andamiajes para carga grande** | | **Andamiajes para carga ligera** | |
|---|---|---|---|
| **Ancho *a* máximo** | **distancia ℓ entre postes** | **Ancho *a* máximo** | **distancia ℓ entre postes** |
| 1,30 m | 2,20 m | 0,70 m | 3,30 m |
| 1,55 m | 2,00 m | 1,00 m | 3,00 m |
| 1,80 m | 1,80 m | 1,30 m | 2,70 m |

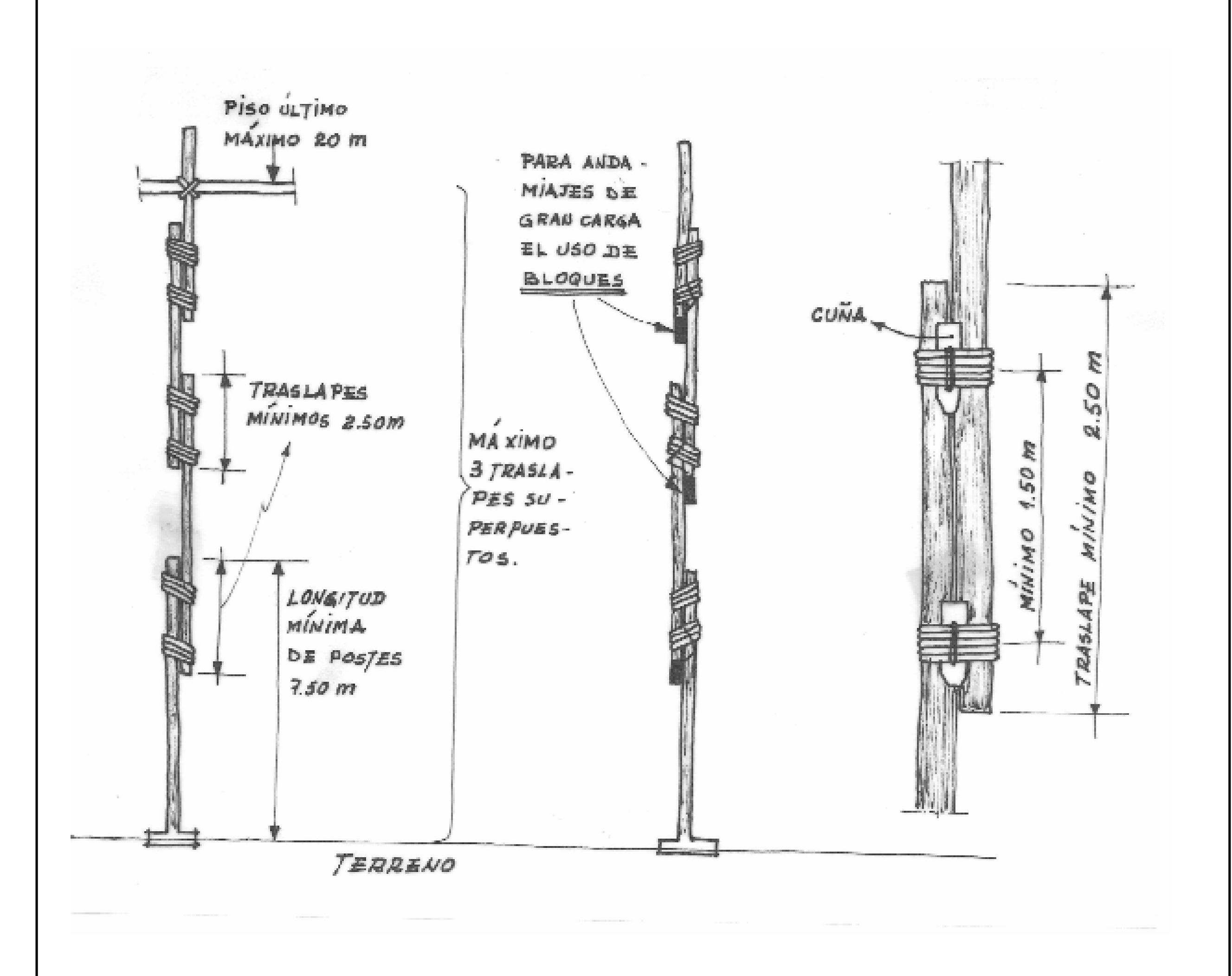
**3.5** La altura máxima de un piso del andamiaje de madera es de 20 m, la que alcanza para edificios de 6 - 8 pisos.

**3.6** Para aumentar la altura del andamiaje se usan postes de una longitud de por lo menos 7,5 m.

Los traslapes deben tener una longitud de 2.5 m. No debe haber más de 3 traslapes superpuestos.

Los traslapes verticales de andamiajes de gran carga tienen un bloque de seguridad (ver párrafo 2.9).

Todos los traslapes tienen por lo menos 2 conexiones principales de cuerda, como se indica en el párrafo 2.6.



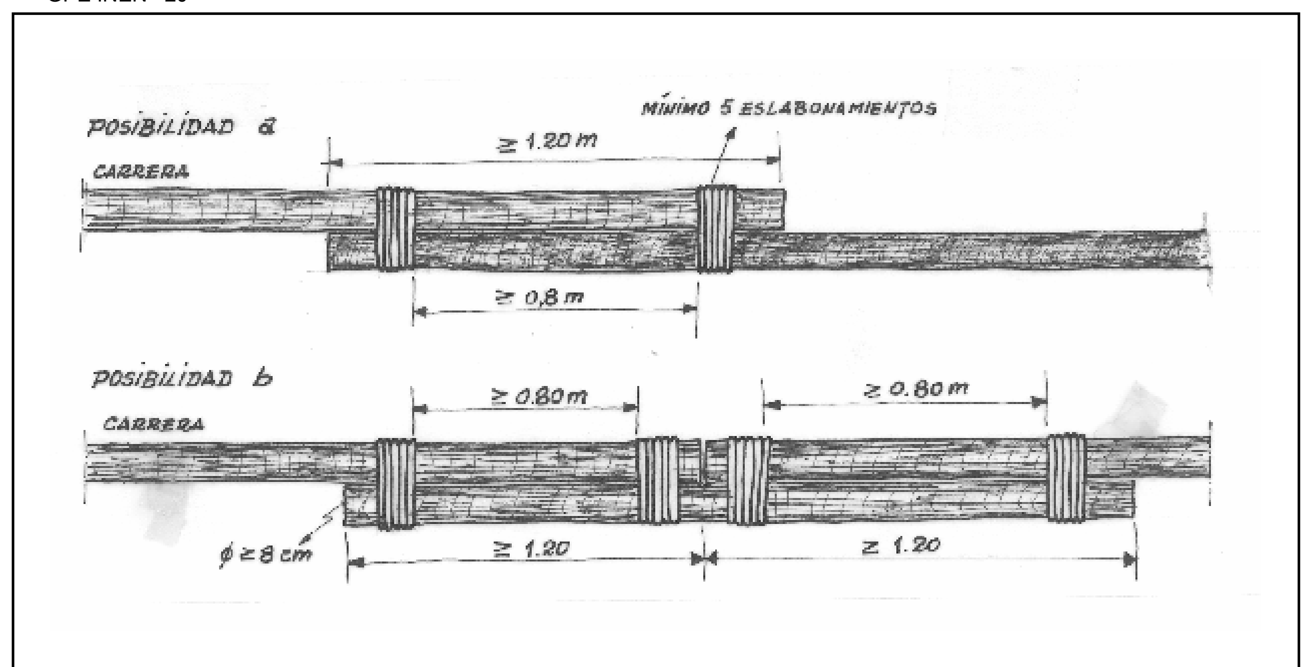

***3.7*** *Carreras.* Las carreras están fijadas al interior de los postes. La cantidad mínima de eslabonamientos de cuerda es de 5 (ver párrafo 2.6).

Una prolongación de la carrera debe hacerse en las formas siguientes:

a) los extremos deben ser traslapados por lo menos en 1,20 m y unidos con dos juntas que tengan una distancia entre sí mayor a 0,8 m;

b) los extremos pueden ser al tope, fijados a un palo adicional, que debe ser traslapado por lo menos 1,20 m a cada lado.

Esta carrera adicional debe estar unida con cada una de las otras dos mediante dos juntas que tengan una distancia entre sí mayor a 0,8 m.

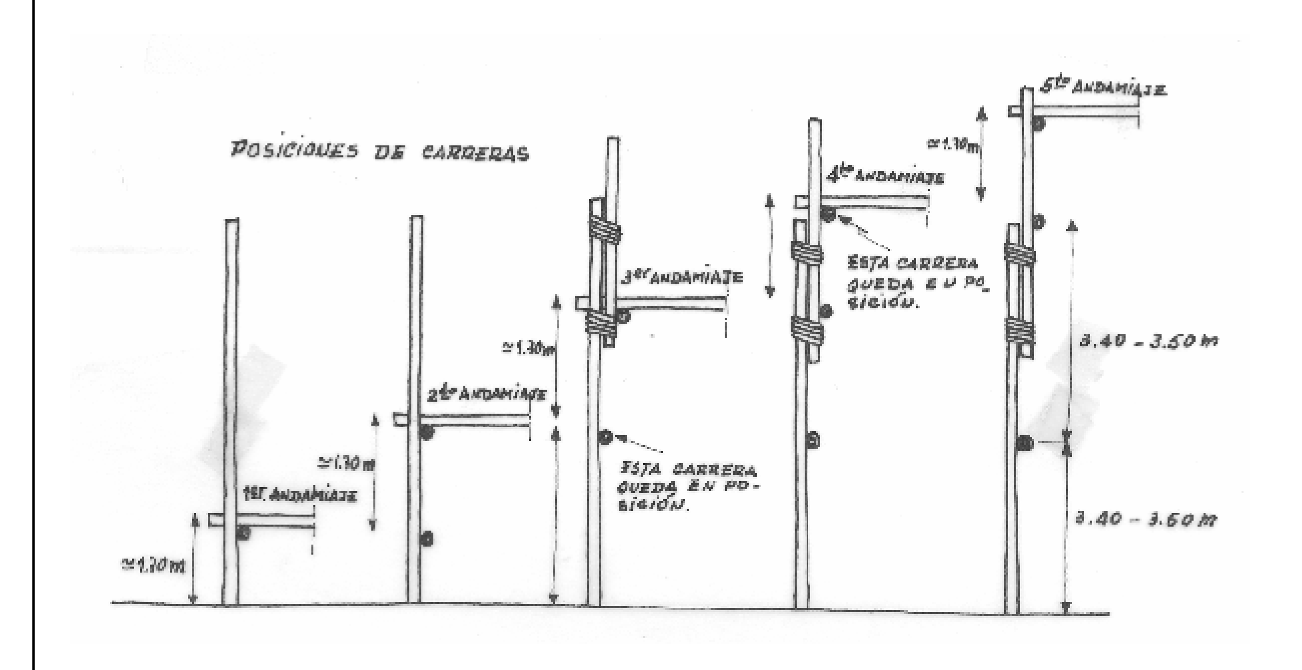



**3.7.1** Las carreras que se juntan en las esquinas de un andamiaje deben ser fijadas individualmente con el poste de la esquina.

**3.7.2** Las juntas en las carreras no pueden estar directamente superpuestas en el mismo tramo de postes.

**3.7.3** La distancia vertical entre el terreno y una carrera, o entre carrera y carrera, no puede ser mayor a 3,5 m.

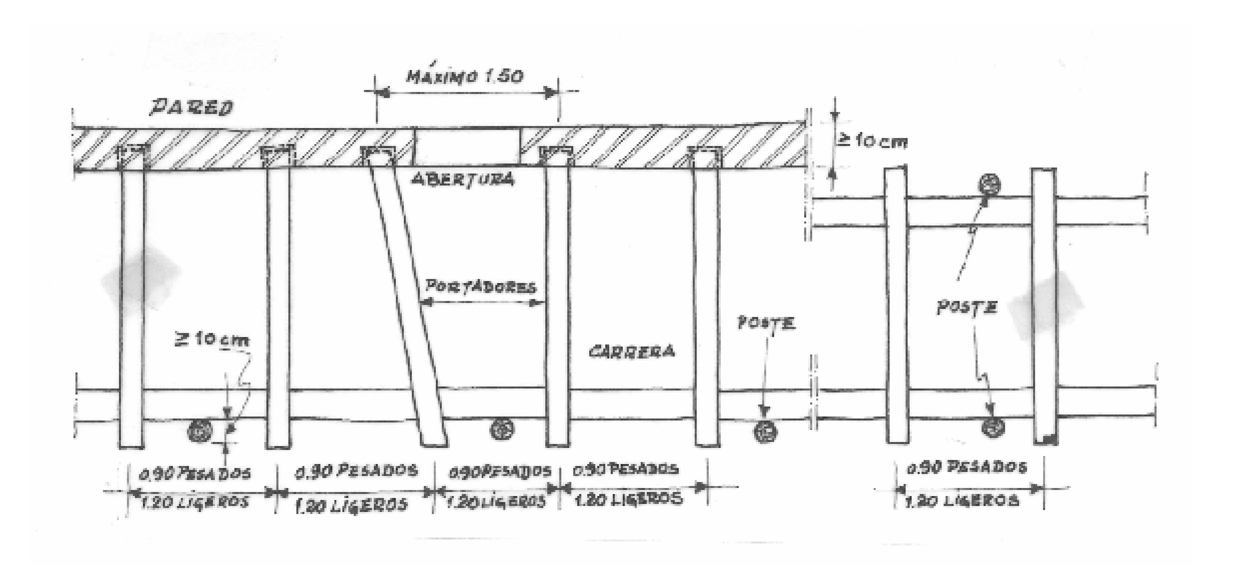
Las carreras de andamiajes alternados quedan en su posición como elemento constructivo del andamiaje más alto. El intervalo vertical debe ser máximo de 3,50 m. El intervalo de andamiajes puede ser aproximadamente 1,70 m, según la altura máxima de trabajo, sin castilletes o poyos.



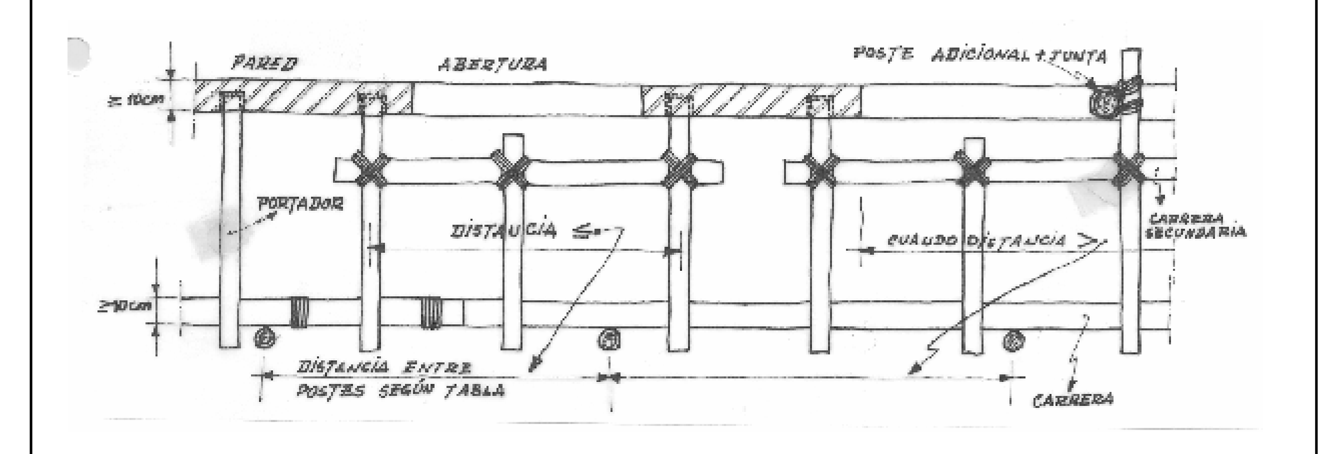
**3.8** *Portadores.* Son los elementos horizontales que soportan los pisos de los andamiajes. Las distancias centro a centro de los portadores no pueden ser mayores que:

a) 0,90 m para andamiajes para carga pesada,
b) 1,20 m para andamiajes para carga ligera.

En caso de que haya aberturas en la pared para ventanas o puertas, la distancia horizontal entre los portadores al lado de la pared no puede ser mayor a 1,50 m. Los portadores deben tener un soporte por lo menos de 10 cm o sobrepasar por lo menos 10 cm a la carrera en que se apoya.

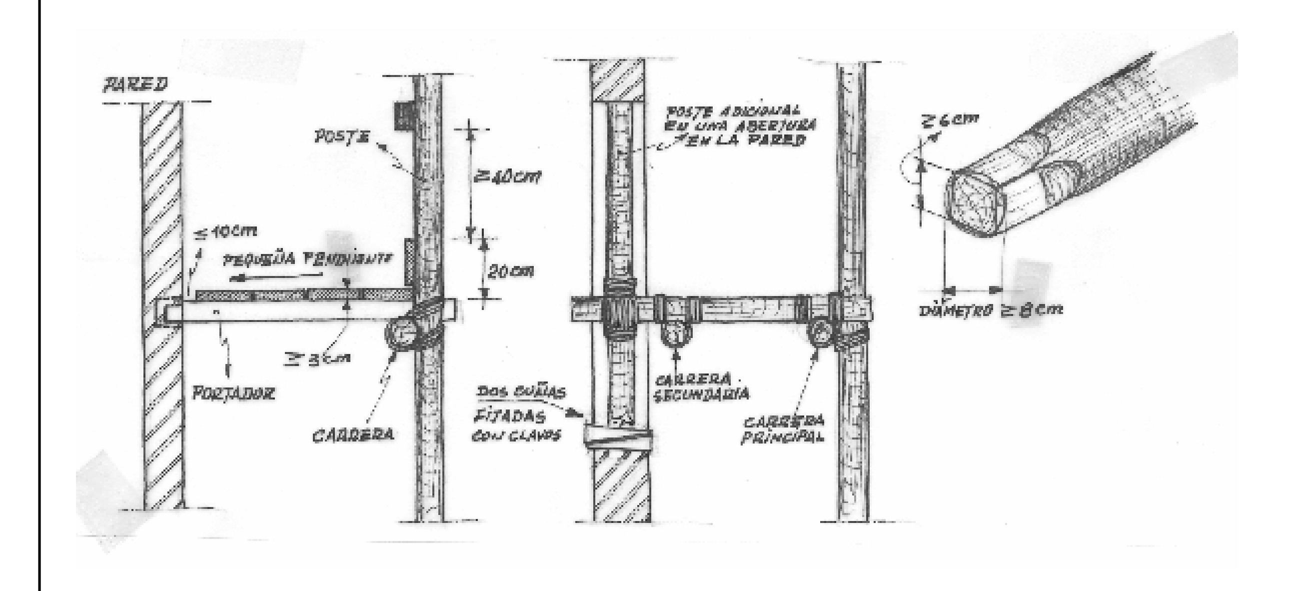



Cuando una abertura para ventana o puerta en la pared es igual o mayor a la distancia máxima entre los postes, se deben aplicar uno a más postes adicionales. El poste adicional soporta un portador, el que a su vez soporta la carrera secundaria, que ha sido fijada bajo los portadores.



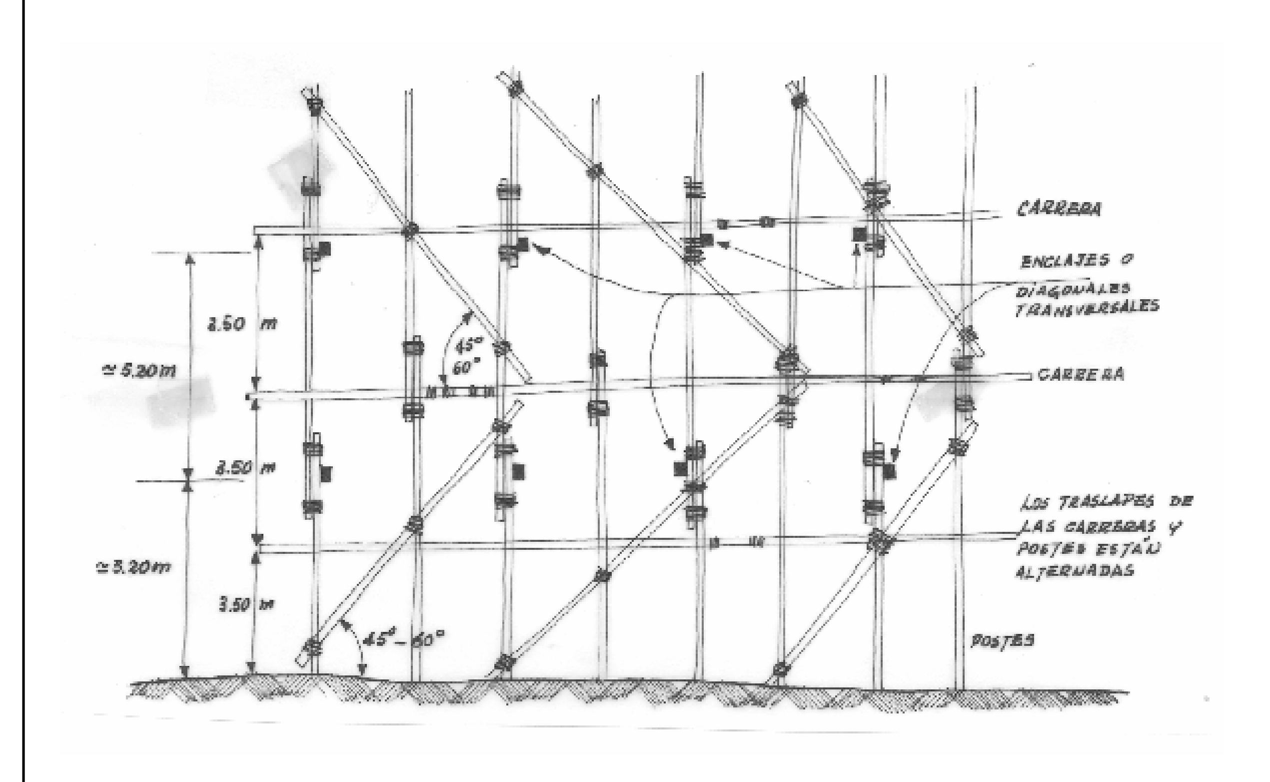

El piso sobre los portadores tendrá, preferentemente, una pequeña pendiente hacia el edificio.

Los portadores pueden tener un extremo cuadrado, siendo la sección mínima de este extremo de 6 x 6 cm. Las medidas mínimas de los portadores deben ser de ϕ8 cm.




**3.9** *Anclajes.* Los postes alternados deben fijarse al edificio con un intervalo vertical máximo de 5,20 m (dos pisos).

Para andamiajes dobles, se pueden fijar solamente los postes interiores con el edificio, siempre que exista un buen eslabonamiento entre los postes interiores y exteriores. No es permitido fijar los andamiajes a los marcos de ventanas o puertas. Las piezas de los anclajes deben tener medidas mínimas de 5 x 7 cm en su sección. Un poste adicional (fig. 3.8) no se puede usar como anclaje



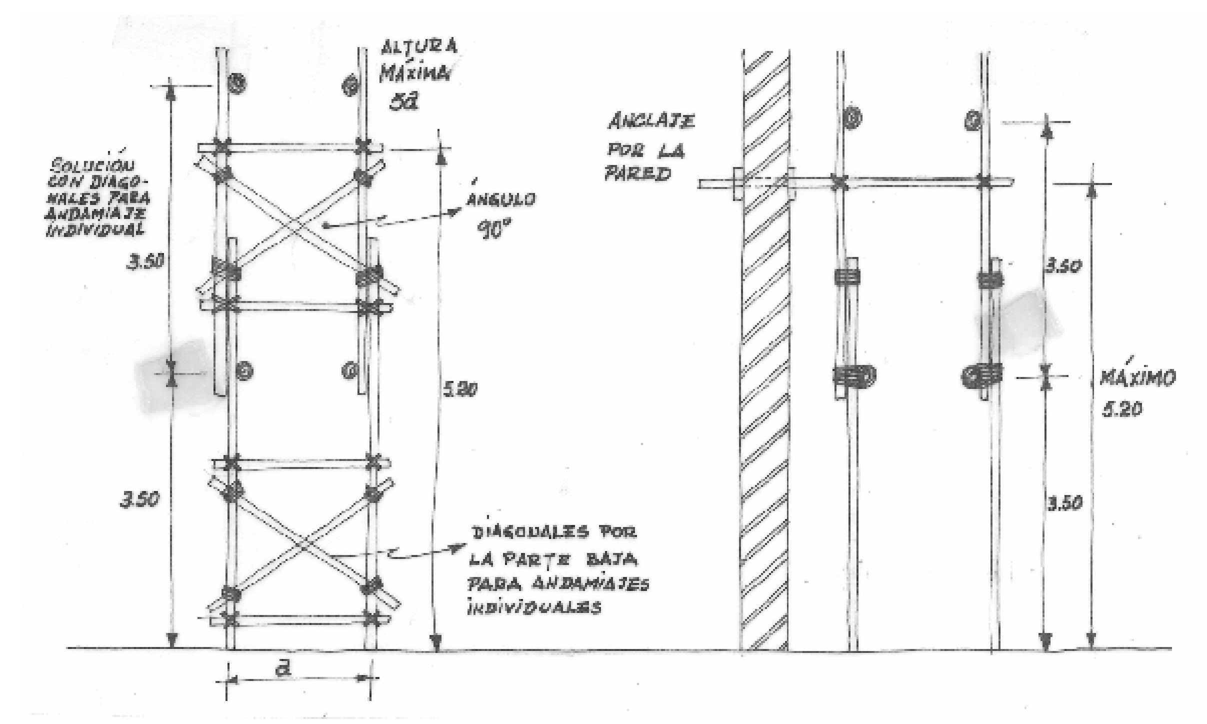
**3.10** *Diagonales.* Las diagonales se usan para evitar movimientos del andamiaje paralelos a la construcción y movimientos transversales de andamiajes independientes.

Las diagonales deben fijarse a cada poste y carrera. La fachada del andamiaje debe tener diagonales en toda su longitud y altura.

Las diagonales pueden tener un ángulo entre 45° y 60° en relación al plano horizontal. Los extremos de las diagonales deben sujetarse lo más cerca posible de las juntas, entre carrera y poste.

Para las juntas de las diagonales se usan preferentemente cables de acero galvanizado. Para las juntas entre dos postes con cables o cuerda, se deben aplicar cuñas entre los cables y la madera para fijarlas rígidamente.

Las diagonales transversales siempre deben colocarse en forma de un rectángulo con una X, en todo el ancho del andamiaje.




Cuando por alguna razón se necesita sacar un anclaje, es posible sustituirlo por diagonales en X.

Los andamiajes individuales de dos líneas de postes, que no tienen anclajes en la construcción, no pueden tener una altura mayor a 5 veces su ancho *a.*

**3.11** *Pisos.*

**3.11.1** Los pisos de trabajo deben ser totalmente cerrados con tablones de madera, con un espesor mínimo de 3 cm, para evitar que se caigan piezas de materiales o herramientas.

**3.11.2** La distancia entre el piso y la pared de la construcción no puede ser mayor a 10 cm

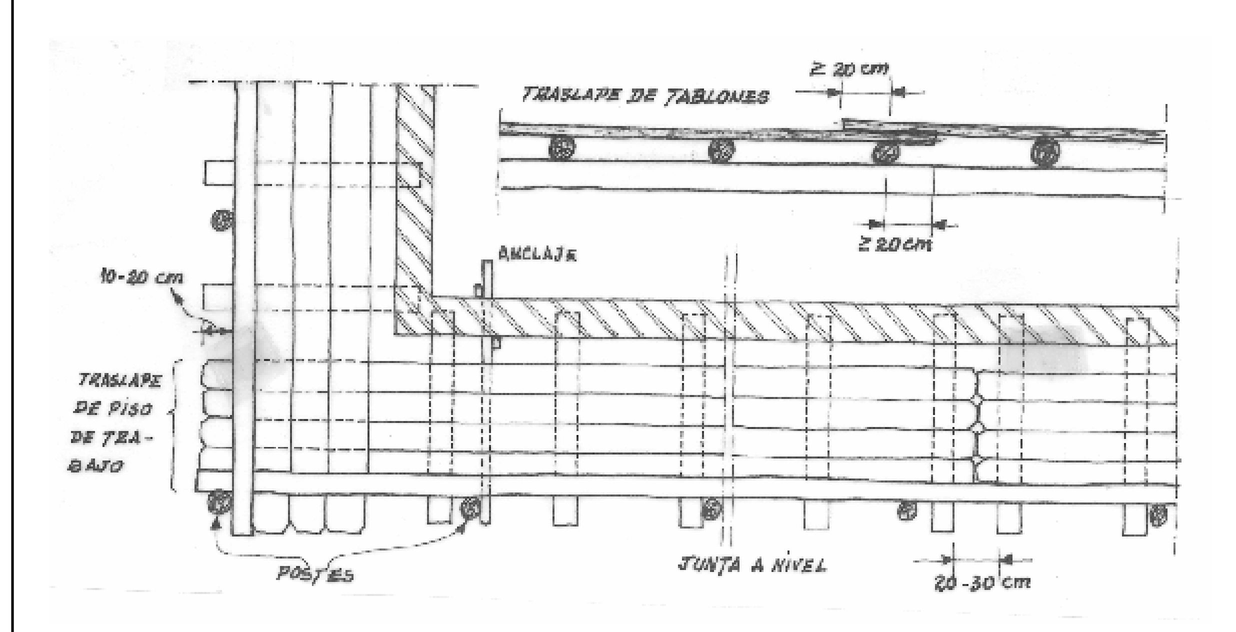
**3.11.3** Al dado exterior debe haber un tablón de canto y dos respaldos. El tablón de canto debe tener una altura mínima de 20 cm y el respaldo alto debe ser fijado a una altura entre 0,9 m y 1 m desde el piso; el otro respaldo debe ser fijado entre canto y respaldo alto. La sección mínima de este respaldo será de 5 x 7 cm. La distancia vertical entre los respaldos no debe ser mayor de 40 cm.

**3.11.4** A cambio de un respaldo se puede poner una barrera o reja, que también debe tener una altura mínima de 0,9 m (ver fig. 3.12).

**3.11.5** Ningún piso de andamiaje debe colocarse a más de 2,50 m sobre los anclajes o diagonales transversales X.

**3.11.6** En una esquina, ambos pisos deben continuar hasta la carrera exterior.

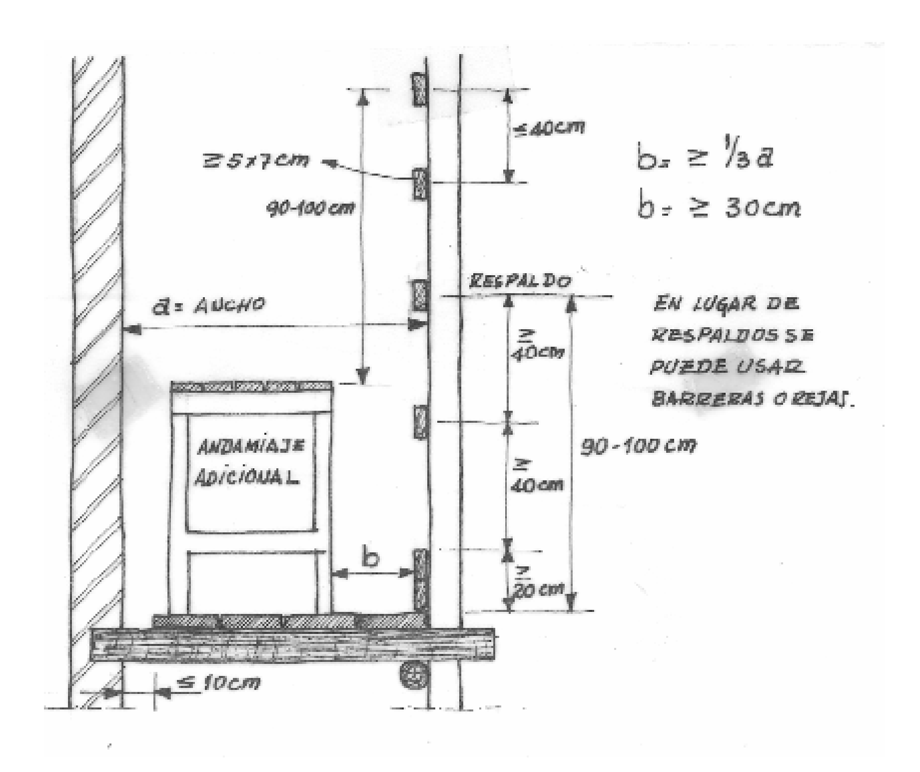
**3.11.7** Los tablones de pisos deben terminarse entre 10 y 20 cm, pasando un portador o carrera. Esto es para asegurar un buen soporte y para evitar que se balanceen bajo el peso de una persona.




**3.12** *Andamiajes suplementarios.* Cuando se usan andamiajes suplementarios, se deben colocar respaldos adicionales hasta 90 cm sobre el nivel de estos andamiajes. La distancia entre los respaldos, o entre barrera y respaldo adicional, no puede ser mayor de 40 cm (ver párrafo 3.11.3).

En lugar de varios respaldos se pueden usar barreras o rejas hasta la altura requerida.

Los andamiajes adicionales que se usan en los pisos de andamiajes no pueden tener un ancho mayor a 2/3 del ancho de este piso. Debe quedar libre un pasaje por lo menos de 30 cm.




**3.13** *Tablero de protección.* Es necesario construir un tablero de protección para recoger materiales o piezas que se pueden caer en los siguientes casos:

**3.13.1** Cuando un piso de andamiaje tiene una altura de 4 m o más, y pasa sobre una entrada o pasaje, en que ordinariamente transitan o trabajan personas.

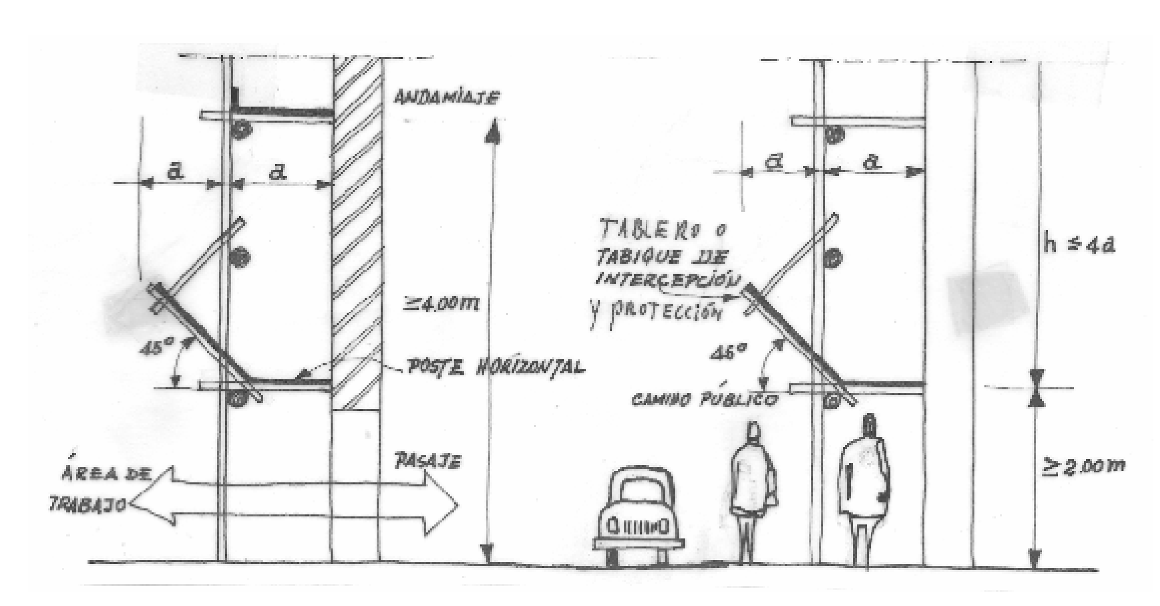
**3.13.2** Cuando un piso de andamiaje tiene una altura de 4 m o más, al lado de un sector del terreno, donde ordinariamente transitan o trabajan personas, y existe riesgo de caída de piezas y materiales.

**3.13.3** Cuando un piso de andamiaje tiene una altura de 2 m o más, al lado de un camino público, pasaje u otra área pública.

**3.13.4** Cuando un piso de andamiaje tiene una altura de 4 m o más, sobre o al lado de una obra en construcción, en una propiedad vecina que puede ser dañada por piezas y materiales que caen desde el andamiaje.

La parte del tablero que sale fuera del andamiaje debe tener un ancho mínimo igual al ancho total del mismo.

Un tablero al lado o sobre caminos públicos debe tener un ancho que sea por lo menos 1/4 de la altura del andamiaje sobre este tablero.




Cuando una edificación al lado de una camino tenga una gran altura, se recomienda colocar tableros a intervalos iguales, de tal manera que la parte sobre el tabique sea h'< 4a.

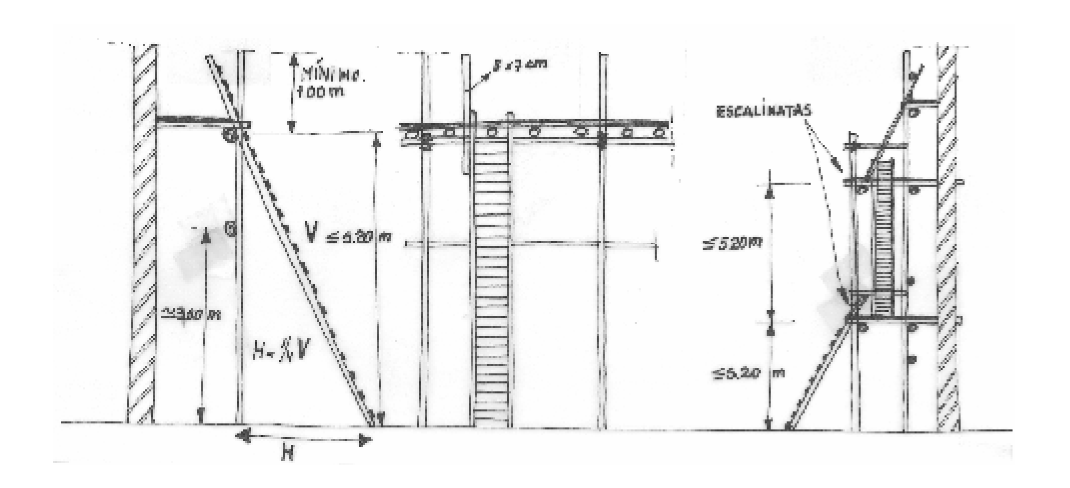
El tabique de protección debe tener una estructura por lo menos igual a la de los pisos para andamiajes de carga ligera.

La parte saliente del tabique debe colocarse en un ángulo de 45° con el plano horizontal.

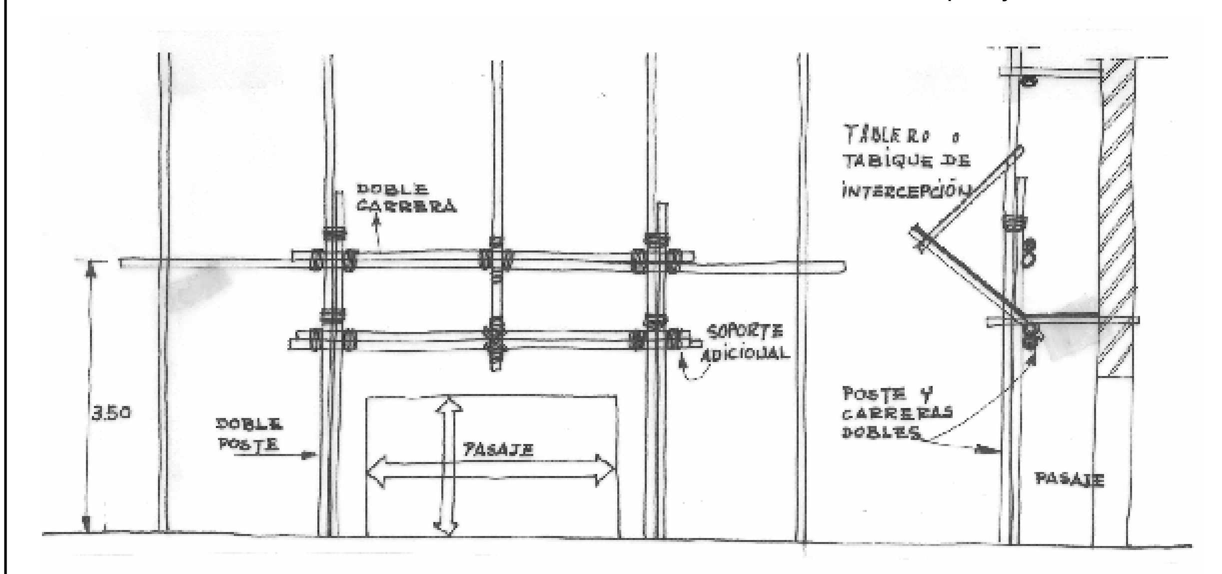
**3.14** *Acceso por escaleras.* Los pisos del andamiaje hasta una altura máxima de 5,20 m (2 pisos de edificio) pueden tener acceso directo por medio de una escalera de mano.

Los pisos más altos deben tener acceso por medio de plataformas y escaleras de mano. Estas plataformas deben tener una altura máxima de 5,20 m.

La escalera de mano debe continuar por lo menos 1 m sobre el piso del andamiaje para dar apoyo suficiente al que la usa, cuando sube o baja por esta escalera. Alternativamente, se puede prolongar 1 m a uno de los lados de la escalera, mediante una pieza de madera de sección 5 x 7 cm; la inclinación de la escalera debe ser 4 x 1; por tanto, la distancia horizontal entre el pie de la escalera y la proyección del soporte arriba es 1/4 de la altura efectiva de la escalera H = 1/4 V



**3.15** ***Pasajes.*** Cuando sea necesario dejar pasajes bajo los andamiajes, y éstos tengan un ancho mayor que la distancia entre dos postes, es conveniente suspender un poste y hacer un refuerzo encima del pasaje para colocar un poste (ver figura). En este caso, los postes al lado del pasaje deben ser dobles, tal como las dos carreras directamente ubicadas sobre el pasaje.




**3.16** Cuando un piso o rampa de un andamiaje tiene una inclinación mayor que 1:5 (altura: longitud), es necesario colocar listones a un intervalo máximo de 50 cm.

Con una inclinación 1:4 distancia máxima 40 cm
Con una inclinación 1:3 distancia máxima 30 cm

Las medidas de listones deben ser 2 x 4 cm, y éstos deben clavarse en cada tablón del piso de andamiaje.

### *4. ANDAMIAJES DE BAMBU (CAÑA GUADUA)*

Los requisitos y datos de andamiajes de madera redonda se pueden aplicar también para andamiajes de bambú o caña guadúa, con los siguientes cambios:

**4.1** El bambú es un material más flexible que la madera, por lo cual la rigidez sería menor con la misma resistencia. Por esta razón, la sección mínima del tronco de bambú sería de 10 cm en el diámetro (ver párrafo 2.1 y 2.2).

**4.2** En lugar de respaldos o anclajes de 5 x 7 cm, se pueden usar troncos de bambú con un diámetro mayor de 6 cm (ver párrafo 2.4).

**4.3** No se pueden usar clavos en ninguna parte de las piezas de bambú, porque este material es propenso a rajaduras fáciles (ver párrafo 3.1).

**4.4** Las distancias entre los postes para andamiajes de carga grande o ligera serían las siguientes (Ver párrafo 3.4).

| Andamiaje para carga grande | | Andamiaje para carga ligera | |
|---|---|---|---|
| **Ancho*a* máximo** | **distancia ℓ entre postes** | **Ancho *a* máximo** | **distancia ℓ entre postes** |
| 1,30 m | 2,00 m | 0,70 m | 3,00 m |
| 1,55 m | 1,80 m | 1,00 m | 2,70 m |
| 1,80 m | 1,60 m | 1,30 m | 2,40 m |

**4.5** Los extremos de portadores no pueden ser terminales cuadrados, en razón de su estructura tubular y porque el bambú puede hendirse (ver párrafo 3.8).

**4.6** Los postes deben colocarse sobre una piedra o bloque de hormigón o un tablón continuo de madera.

**4.7** Los pisos de los andamiajes de bambú deben ser de madera (espesor > 3 cm), como los andamiajes de madera redonda.

## *5. REQUISITOS GENERALES*

**5.1** Cuando se construyen andamiajes de más de 20 m de altura, o de manera diferente a las indicadas, es necesario que:

a) los elementos y juntas constructivas tengan una seguridad de funcionamiento de factor 4,
b) los elementos (postes) que tengan carga que produzcan pandeo deben tener una seguridad de factor 6.

**5.2** Para el uso de instalaciones para colgar dispositivos, tales como grúas, poleas, etc., que están Fijadas al andamiaje, esta parte del andamiaje debe calcularse especialmente para las cargas adicionales debidas a estas instalaciones.

**5.3** Una persona competente debe controlar los andamiajes de madera o bambú en su totalidad cada 3 meses.

**5.4** En toda construcción, se recomienda que los trabajadores usen cascos de seguridad, especialmente cuando se trata de edificios de más de un piso.

## *6. ANDAMIOS COLGANTES DE PLATAFORMA*

**6.1** Estos andamiajes no pueden ser construidos únicamente de madera, por lo cual, para completar este documento, a continuación mencionamos los elementos importantes relativos a su seguridad.

**6.2** Los andamios colgantes se sostienen con ganchos especialmente diseñados, enganchados al alero, cornisa o perfil del edificio, y se deben anclar con cable o una cuerda, cuando sea necesario.

Todos los andamios colgantes se deben bajar al suelo para probarse, colocándoles una carga cuatro veces mayor a la que han de soportar, y luego elevándolos 30 cm.

Los cables o sogas de suspensión deben ser inspeccionados cuidadosamente para reponerlos, cuando sea necesario. Los aparejos y poleas serán del tamaño que se recomiende para el grosor del cable o soga. Si se debe trabajar con ácidos o productos químicos, se aconsejan cables de acero.

No se permitirá que se suban más de dos hombres al mismo tiempo a los andamios colgantes.

**6.3** En el mercado existe un buen número de aparatos mecánicos para subir y bajar andamios, que se recomienda emplearlos siempre en lugar de los aparejos de poleas en edificaciones de más de 2 pisos.

Al subir o bajar una plataforma, es importante mantenerla siempre nivelada. Las plataformas deben tener por lo menos 2 barandales, y un rodapies alrededor de un barandal a la altura de 1 m y otro a 50-60 cm; el rodapies debe tener una altura mínima de 15 cm.

Para los barandales se recomienda una madera de primera calidad de 5 x 10 cm. Cada cable de suspensión debe tener un límite de ruptura mínimo de 4 000 kg, o mayor a 6 veces el peso total de la plataforma cargada.

Los andamios de madera y los elementos de madera no pueden ser pintados con pintura no transparente, a fin de cubrir los defectos de la madera. Se puede tratar la madera con un preservativo o barniz transparente.

**6.4** Cuando se mueven verticalmente los andamiajes, se debe evitar el contacto con la fachada del edificio o un enganchado del andamiaje tras un elemento saliente de la fachada.

Un andamio colgante de voladizo debe sujetarse firme e íntegramente a la estructura del edificio. No se aconseja usar amarres de cuerda ni contrapesas para detener los extremos de los voladizos.

**6.5** Para andamios colgantes de 10 m de altura o más, es obligatorio usar cuerdas salvavidas. Para cada operador que trabaje en el andamio se colocará una cuerda salvavidas, suspendida independientemente del andamio, y que llegue hasta el suelo. Se usará un cinturón de seguridad para enganchar la cuerda salvavidas

## *BASES DE ESTUDIO*

Manual de Prevención de accidentes en la construcción, publicado por el Consejo Interamericano de Seguridad, por cortesía de *The Associated General Contractors of America Inc.*

Reglamento para la construcción y uso de andamios de madera redonda; P. No. 15. ARBEIDS INSEPECTIE. Amsterdam 1962.

***IMPORTANTE***

El INEN espera sus observaciones respecto a esta Guía, por cuanto las considera necesarias. Las sugerencias para mejorar el uso de esta Guía serán bien recibidas y los comentarios documentados serán considerados para una nueva elaboración o una norma definitiva.

Enviarlas a:
Instituto Ecuatoriano de Normalización
Baquerizo Moreno E8-29 y 6 de Diciembre
Casilla No. 3999
Quito - Ecuador

*Esta Guía fue preparada por:* Ing. Arq. Sjoerd Nienhuys
**Asesor División de Construcción**

*Revisada por:* Arq. Carlos Maldonado
**Jefe División de Construcción**

*Aprobada por.* Ing. Raúl Estrada
**Director General del INEN**